ביטאון אגודת חובבי הרדיו בישראל
ISRAEL AMATEUR RADIO CLUB MAGAZINE

# הגל



**מה בגיליון:**

**מעגלים מודפסים**

**מודים אלחוטיים**

**סוללות**

**חובבי רדיו יביאו את השלום?**

ועוד.........

**גיליון 433**
פברואר 2018

# הכל על הכל – מידעון לחובבי הרדיו



## שים לב !

**דמי החבר לשנת 2018:**
**חובב ומאזין – 250 ש״ח**
**משפחה ומועדון – 300 ש״ח**
**חיילי חובה ונוער – 150 ש״ח**

**התשלום בהמחאה לת.ד. 17600 ת״א 6117501 או בהוראת קבע**

## לחברי האגודה

עדכוני כתובת, תמונה או כל שינוי רלוונטי אחר יש לשלוח אל משרדי האגודה,
אל מזכיר הועד זיו עמית 4Z4OQ
info@iarc.org
או אל מזכיר האגודה שלום ברק 4Z4BS
בהתאם לנושא.

## מידע האגודה

**פניות לאגודה**

בכתב: ת.ד 17600 ת״א 6117501

**מזכיר האגודה**

שלום ברק 4Z4BS
ת.ד. 43101, תל-אביב 61430
טל: 03-6481090 או 054-6467266
דוא״ל: 4z4bs@iarc.org
אינטרנט: אתר ראשי – http://www.iarc.org
קבלת קהל (בתאום מראש)

**גזבר**

עזרא כרמל – 4Z4RQ
שדרות ק״מ 6 ר״ג 5220216
טל: 054-2181718,
דוא״ל: 4Z4RQ@iarc.org

**מה בגיליון:**



# הגל

## בטאון אגודת חובבי הרדיו

## רשיון 2072


עורך:
משתתפים קבועים:
אבנר דרורי 4X1GE, ארל רובין 4Z4TJ,
יוסי שרון 4X1BQ, נפתלי בלבן 4Z1RM

דפוס: דפוס יעד, תל אביב.

כתובת המערכת: ת.ד 17600 ת״א 61175

דואר אלקטרוני:


**דבר העורך,**

אז מה היה לנו? כאשר קיבלתי עלי את תפקיד עורך "הגל" ב 2002 "הגל" הכיל 60 עמודים. קיבלתי חומר שהיה יכול לספק שני עיתונים ואף דחיתי חומר לעיתון הבא ואפילו ליותר. כתבות ארוכות זכו אצלי לפריסה לעיתון הבא או אפילו יותר. לאט אבל בטוח המצב השתנה, והיום לא מקבל אפילו שמינית מכך. אם מישהו חשב שאני אהיה עורך, מתרגם ו/או כתבן של כל העתון אני מציע שיחשוב שנית. ויתור על אורח החיים שלי, לשבת כל יום 8-10 שעות כדי לספק את הדרישות של העיתון, כדאי שיחשוב שוב, או יעשה את זה בעצמו. מ 2002 אני עורך את העיתון. כמעט שש עשרה שנה. אני חושב שצריך לתת למישהו צעיר ומוכשר ממני להכנס לנעלי העורך. כאשר יענקלה וטוביה זרקו לי את הרעיון לא ידעתי כלום, חוץ מעברית, אנגלית, גרמנית ואפילו הולנדית במידה מסוימת. במשך השנים "נשמות טובות" קיצצו בשכר שלי והשגיאה שלי, שלא הפסקתי בו במקום לערוך את הגל. אבל זה היסטוריה. כרגע הסיבות שונות, אבל בשום פנים אינני חוזר בי. כמו שאמר לי פעם 4X4IO "אני רוצה את החיים שלי חזרה" – צדק! אני מודה לו וגם לאבנר דרורי 4X1GE שהיו לי ל"עורכי משנה" ולעזר רב, גם בחומר וגם בעצות מועילות. אני מאחל הצלחה מרובה לעורך הבא!

שלכם מיכאל 4X1KF

תמונת השער:

הצוללת "דקר" (לשעבר צוללת חיל הים הבריטי בשם Totem, שפירושו עמוד מוות אינדיאני). שמה הוסב ל"דקר" עם רכישתה על ידי חיל הים הישראלי, והוכנסו בה שינויים לפי דרישת חיל הים.

## הודעות ואיחולים

### קניון מכירון

פרסמת, קנית, מכרת, נידבת, זרקת, התייאשת, התחרטת? - אנא, כתוב לנו על מנת שנוכל לפנות מקום למישהו/משהו אחר. להבא אני מוריד את הפרסום לאחר שלושה עיתונים עוקבים, אלא אם מבקשים ממני להמשיך לפרסם לעוד שלושה עיתונים. מיכאל 4X1KF.

מזל טוב לחמי אזר 4X6MI שעלה מתואר אבא לתואר הכבוד סבא, בעקבות הולדת הנכדה דניאל. תתכונן להחלפת חיתולים מלאים ב... ומריחים מ... , העיקר שתהיה בריאה.

למכירה מגבר ליניארי SB-201 Heathkit לאחר שיפוץ. כולל 10 מטר. לפנות אל מיכאל **050-882-5464**

למכירה 1) מגבר TEN-TEC - 1KW דגם Titan. הספק כוח במארז נפרד. 2. פרטים אהרון 4X1FQ טל: 050-560-6020.

למכירה 1). KX3 Elecraft incl.VHF 2). HF Transciever IC718. 3). Antenna Tuner 1.5KW MFJ 962D.
כל הציוד במצב חדש, ועדיין בייצור. במחירי E.B. מינוס 25%. לפנות 4Z4JW גדי רכס. 054-2112261

למכירה 1. אנטנת אלומה KT34 מפורקת פירוק ראשוני, מוכנה להעברה.
2. אנטנת אלומה A4S ל 40 מטר, מפורקת פירוק ראשוני.
3. מקמ״ש קנווד TS-820.
4. מקלט מודיעיני RACAL 1792.
5. מקמ״ש ICOM IC 751A מצריך תיקון מסוים ולא מגיע לזה.
6. מקלט קולינס קלאסי J-4 51 עם כל שלושת הפילטרים.
7. מקלט RCA AR88 לשיפוץ וכיוון – מושלם מבחינת חלקים למיטב הבנתי.
8. התאומים של היטקיט (משדר / מקלט) SB-401-301 .
9. מקלט נשיונל HRO 500.
10. מקלט נשיונל NC 60.
לפנות אל עמוס ברק 054-7979-273.



אגודת חובבי הרדיו מודיע בצער
על מותו של חברנו

**יהודה לי-און 4X6ON ז״ל**

ומשתתפת בצער המשפחה
מי ייתן ולא תדעו עוד צער

# מעגלים מודפסים בעלי עכבה מבוקרת

**CONTROLLED IMPEDANCE PRINTED WIRING BOARDS**

**אבנר דרורי 4X1GE**

מבוא

למרות שהנושא מלווה את התעשייה האלקטרונית כבר למעלה מ-20 שנה, רק בשנים האחרונות הוא נכנס לשימוש רחב. ההערכה היא ש-20% מהמעגלים, הנכנסים היום לשימוש, מכילים אלמנטים של עכבה מבוקרת ואחוז זה יוכפל בשנה הבאה. הסיבה לכך היא מעבר, במעגלים דיגיטליים, לקצב מיתוג הגבוה מ- 100 מה״צ.

כמו בכל כניסה לנושא חדש, גם כאן הכניסה מלווה בחבלי לידה ומחלות ילדות המשפיעים בעיקר על זמן העריכה והיצור של הדגמים שהוא גורם משמעותי במחזור התכנון של המוצר הסופי.

קיצור זמן היצור של הדגמים הוא תוצאה של תיכון בר יצור (Design for Manufacturability). הכרת תכונות המעגל בעל העכבה המבוקרת יאפשר תיכון נכון וקיצור לוחות זמנים.

בהמשך המאמר יתוארו נושאים הקשורים לתיכון, העריכה, היצור והבדיקה של המעגל המודפס.

רקע

מקובל להניח שזיווד, של ציוד אלקטרוני, הינו נושא של שיקולים מכניים בלבד. הזיווד עסק, בעבר, באוסף של רכיבים אקטיביים ופסיביים שהיו זקוקים לתמיכה פיזית, הגנה מפני תנאי סביבה עוינים, פזור חום, מעברים חשמליים בהתאם לצורך ובידוד חשמלי במקומות בהם אין מוליכים. כל זאת בשיטות המבטיחות עלויות מיזעריות.

הזיווד האלקטרוני מיושם היום בעיקר בעזרת מעגלים מודפסים שהתחשב, בעבר, בנושאים שהוזכרו לעיל אולם לא תמיד התחשב בתכונות הנדרשות ממעגלים בעלי מיתוג מהיר. נתקים וקצרים היו הפרמטרים החשמליים הבלעדיים שנלקחו אז בחשבון.

הזיווד האלקטרוני נעשה מסובך יותר. האלקטרוניקה המודרנית מכילה אמצעי מיתוג, המאפיינים את הטכנולוגיה של ה״אלקטרוניקה הדיגיטלית״, המשתכללים במידה רבה הן בקצב המיתוג שלהם והן בצפיפות על יחידת שטח (CHIPS).

אנו רואים את קצב המיתוג העולה מדי שנה. אם בעבר עסקנו ב-מה״צ בודדים הרי שהיום עוסקים בקצבים (CLOCK RATE) של מאות מה״צ. זמני העליה של מתקפים (PULSES) נעשים קצרים ומגיעים לערכים של ננו ופיקו שניות.

אם בעבר עסקנו בתכונות חשמליות של קצרים ונתקים בלבד, היום נדרשת גישה אחרת. תיכון זיווד אלקטרוני חייב להתייחס למושגים הקשורים לטכנולוגיה של מהירויות מיתוג גבוהות. יש להתחשב, בעת התיכון, גם בזמן ההתפשטות (PROPAGATION TIME), מקדם ההחזרות (REFLECTION COEFFICIENT), ערב דבור (CROSS TALK), קבול (CAPACITANCE) ועוד.

פתרון הבעיות הקשורות לפרמטרים הנ״ל, בציוד שאינו מורכב על מעגלים המודפסים, נעשה ע״י שימוש בקווי תמסורת (TRANSMISSION LINES) בעלי עכבה מבוקרת (CONTROLLED IMPEDANCE). היישום נעשה בעיקר בעזרת קוים קואקסיאליים (COAX LINES) או זוגות מפותלים (TWISTED PAIRS).

השימוש ברכיבים, המכילים מספר רב של התקני מיתוג מהיר, מחייב תכנון זווד הכולל קווי תמסורת גם בתוך המעגלים המודפסים.

קווי התמסורת, במעגלים מודפסים, ניתנים להגשמה הן בשכבות חיצוניות (MICRO-STRIPS) והן בשכבות פנימיות של מעגלים רבי שכבות (STRIP-LINES). קווי תמסורת אלה חייבים להיות מתוכננים בזמן עריכת המעגלים כאשר מצויות היום תוכנות מחשב המסייעות בכך.

יצור המעגלים, המכילים קטעים של מוליכים בעלי עכבה מבוקרת, חייב להתבצע תוך שמירה קפדנית על החומרים שבשימוש ועל הפרמטרים הגיאומטריים המשפיעים על העכבה.

<u>מעגלים העלולים להיות מושפעים</u>

הצורך בקווי תמסורת כבר קיים כאשר המוליכים הם באורך העולה על עשירית אורך גל. קל מאד למצוא מוליכים באורך זה במעגלים רגילים, במיוחד ב-"מעגלי אם", אפילו אם הם בגודל שאינו חריג.

היחס המקובל, בין רוחב הסרט הנדרש (BW) וזמן העליה (Tr=Rise Time) של פולס, הוא BW=0.35/Tr. ברכיבי ECL אפשרי זמן עליה של 1 nS המתאים לרוחב סרט של 350 מה"צ. זמן עליה של 5 nS נפוץ בשימוש והתדר המתאים עבורו הוא 70 מה"צ. במקרה האחרון אורך הגל הוא 2.5 מטר ועשירית ממנו היא 25 ס"מ.

אי לכך, יש להשתמש בקוים בעלי עכבה מבוקרת, למעגלי ECL רק באותם המקרים בהם אורכי הקוים עולה על 25 ס"מ.

<u>עקרונות קווי תמסורת</u>

על מנת להבטיח שמהירות ההתפשטות תהיה זהה לכל התחום הנדרש לתדרים, יש לשמור על עקרונות נוסחת מקסוול לקווי תמסורת:-

$$Z_o = \sqrt{L/C}$$

נהוג לכנות את Zo בשם "עכבה אופיינית" (Characteristic Impedance) והיא מושגת ע"י בקרה הדוקה של ממדי המעגל המשפיעים על L (השראות) ו-C (קיבול) ומכאן שמה: "עכבה מבוקרת".

לעכבה מבוקרת מקובלים ערכים של 50 אום, בעיקר לקווים בעלי מוליך בודד, וערכים של 90 עד 130 אום האופייניים לקווים המורכבים מזוגות מאוזנים.

אנו מכירים את יישום העכבה המבוקרת בקווים קואקסיאליים או זוגות מאוזנים (מסוככים ולא מסוככים) ואפשר ליישמם, בצורה מקבילה, גם במעגלים מודפסים.

את ה-L וה-C מחשבים לפי ממדי המעגל ותכונות המקדם הדיאלקטרי. נוסחאות החשוב תהינה שונות בהתאם ליישום (MICROSTIP, STIPLINE, קו בודד, קוים מאוזנים וכדומה).

<u>מבנה השכבות</u>

מבנה השכבות והמוליכים (מבנה גיאומטרי) חייבים להיות מוגדרים. כמו כן המקדמים הדיאלקטריים ( Er = ) Dielectric Constant /Permitivity של חומר הבסיס והפרפרג. יש להשתמש בחומרים בהם קיימת יציבות בערכי Er וההפסדים הדיאלקטריים נמוכים.

השפעות המבנה הן:-

- רוחב מוליכים - העכבה יורדת ככל שהרוחב עולה

- מקדם דיאלקטרי- העכבה יורדת ככל ש-Er גבוה יותר

- מרווח בין המוליך ומשטחי אדמה - העכבה עולה ככל שהמרווח עולה

- קרבה למוליכים אחרים - העכבה יורדת ככל שמתקרבים למוליכים אחרים

השפעות אלה פועלות, לעתים, בניגוד לאילוצים של הנדרש מהמעגל. יש לדעת זאת ולהתייחס לכך בזמן תיכון מבנה השכבות ובחירת החומרים של המעגל.

<u>תיכון ועריכה</u>

עריכת המעגל חייבת לכלול, בנוסף לניתוב המוליכים, גם את חשובי המבנה הגיאומטרי לצורך השגת העכבות הנדרשות.

קיימות נוסחאות שפותחו לפני כ - 15 שנה והמאפשרות את חישוב המבנה הגאומטרי עבור מוליכים חיצוניים (מיקרוסטריפ) ומוליכים פנימיים (סטריפליין). הנוסחאות הקיימות מתבססות על מעגלים עבים (1.6 מ״מ ומעלה) ומוליכים רחבים (1 מ״מ - 40 מיל), שהיו מקובלים באותה תקופה.

הטכנולוגיות הקיימות (רוחב מוליך של 0.15 מ״מ ומרווחים של 0.1 מ״מ) דורשות שנוי של הנוסחאות הידועות. הידע, כיצד להתאים את הנוסחאות, נמצא אצל יצרני המעגלים ולא אחת קיימת התנגשות בין הלקוח, המשתמש בנוסחאות המקוריות, ובין היצרנים המכירים את הנוסחאות המתוקנות.

ניתן לתכנן, את מבנה השכבות, בעזרת תוכנות מחשב פשוטות המסוגלות לבצע חשובים אלגבריים. ישנן תוכנות מחשב מורכבות יותר המסוגלות לחשב, בנוסף לעכבה, גם פרמטרים אחרים (קבול, הפסדים, מהירות התפשטות וכדומה). יש לזכור, יחד עם זאת, את מגבלות הנוסחאות שרב תוכנות המחשב מתבססות עליהן.

ניסיון לערבב מיקרוסטריפ וסטריפליין בין שכבות שונות כלפי מישור אדמה אחד, יוצר מציאות חדשה מכיוון שחורגים מגבול האפשרויות הסטנדרטיות.

אחד הפתרונות הוא לעבור לחומרים לא תקניים (בנוסף לגלס אפוקסי) אבל זה כבר יוצא מגבול התכנון הסטנדרטי. חומרים חריגים אלה לרוב אינם זמינים ולכן צריך להתריע על הדרישה מראש. חוסר ידע ואי בצוע תאום, בין הלקוח והיצרן, עלול לפגוע בלוחות זמנים החשובים במיוחד עבור דגמים.

הלקוח והיצרן חייבים לעבוד במשותף. העבודה המשותפת צריכה להתחיל במקביל לתיכון המעגל (אפילו הרבה לפני העריכה) על מנת להגדיר את כללי המשחק כדי למנוע את הצורך בשנויים רבים בשלבים הבאים.

<u>חומרי בסיס</u>

חומר המעגל צריך להיבחר על מנת לענות על דרישות העכבה הנדרשת, על העובי הסופי של המע״מ, על ההפסדים בתדרים גבוהים וגם על מחיר המעגל.

חומרים בעלי מקדם דיאלקטרי נמוך מאפשרים, לכאורה, לקבל בצועים טובים יותר תוך שימוש בטכנולוגיות (רוחב מוליך) לא הדוקות במיוחד. יחד עם זאת, אין חובה להשתמש בחומרים מיוחדים (בעלי מקדם דיאלקטרי נמוך). ניתן להשתמש בהם רק במקרים שהם מהווים את הפתרון הבלעדי לדרישות המעגל. חומרים אלה יקרים, לא תמיד זמינים ועיבודם דורש תהליכים יקרים. ניתן להשיג, את הדרישות מהמעגל, גם תוך שימוש בחומרים רגילים (כגון FR-4) המסופקים היום בצורה המתאימה ליצור מעגלים בעלי עכבה מבוקרת. יצרני המעגלים קשורים עם ספקי חומרי הגלם ומתעדכנים באופן שוטף בחומרים הקיימים.

<u>רגישויות לשנויים בפרמטרים</u>

מקובלת אפיצות של 10% בעכבה האופיינית. הגורמים העיקריים, המשפיעים על העכבה, הם רוחב המוליכים, המרחק בין המוליכים למשטחי האדמה והמקדם הדיאלקטרי. אותם פרמטרים משפיעים גם על הקיבול ויציבותו.

כדי להשיג את העכבה הנדרשת, יש לשמור על רוחב מוליכים באפיצות של 1 מיל, יש לשמור על מרווחים בתחום של 20% ומקדם דיאלקטרי בתחום של 20%. לעובי המוליכים ישנה השפעה מזערית בלבד. אפיצויות אלה ניתנות להשגה ושמירה בתהליכי יצור מבוקרים רגילים.

<u>בדיקות ומדידות</u>

אם לפני מספר מועט של שנים היו רק מעטים שיישמו את השימוש במעגלים בעלי עכבה מבוקרת, הרי שהיום אין כמעט מערכת שאינה כוללת אלמנטים כאלה. הרחבת השימוש חידדה את הצורך בכלים שיבטיחו את השגת התכונות הנדרשות כאשר הדגש הושם גם על אמצעי המדידה.

המדידה ,הפשוטה לכאורה, נעשית בעזרת מערכות TDR רב-שימושיות. תפעול מערכות המדידה, המיועדות בדרך כלל לשימושים מגוונים, הינו מורכב ומסובך למפעיל הפשוט. הפתרונות העכשוויים הם שימוש במערכות TDR, שפותחו במיוחד לבדיקת מעגלים מודפסים בעלי עכבה מבוקרת, המבוססות על שילוב יעיל של חומרה ותוכנה.

התוצאה היא מערכת פשוטה לתפעול המסוגלת לתת תוצאות מידיות מדויקות. מערכות אילו מבוקרות מחשבים ומאפשרות אגירת נתונים ובצוע ניתוחים סטטיסטיים.

לא ניתן לבדוק עכבה של מוליכים פונקציונליים ואי אפשר להסתמך על כך. הבדיקות ניתנות לבצוע, באופן מעשי, על ספחים מיוחדים (קופונים) המיוצרים יחד עם המע״מ. ניתן, באם יש מספיק שטח חופשי, לשתול ״מוליכי בדיקה״ אפילו בתוך המעגל עצמו.

<u>הגדרת המוצר</u>

ראשית - מתכני המעגלים האלקטרוניים חייבים להנחות, את עורכי המעגלים, שמעגל שהם עורכים מכיל מוליכים בעלי עכבה מבוקרת. העורכים אינם מסוגלים לגלות זאת בעצמם.

לא תמיד ניתן לזהות, מתיעוד (עריכה) של מע״מ, שמדובר על מעגלים בעלי דרישה לעכבה מבוקרת. יש להדגיש זאת במפורש בתיעוד המזמין.

חייבים להגדיר את מבנה השכבות כולל מוליכים, חומרי בסיס ופרפרג. הגדרה זו חייבת להיות בתוך התיעוד של הלקוח. יחד עם זאת יש לזכור שהמידע העדכני, בנושא חומרים ותהליכים, קיים בידי יצרן המעגלים ובחירה נכונה של חומרים ותהליכים עשויה לחסוך סכומים נכבדים.

מכיוון שנדרשים דיוקים חריגים, נדרש תאום מיוחד לגבי סוגי החומרים שמהם יהיה מורכב המע״מ והגדרה מדויקת לאפיצויות המותרות. הדרישות, למע״מ מסוג זה, הן הדוקות מאד, דבר זה העלול לעשות את המע״מ למוצר ב-LEVEL C לפי הגדרות IPC-D-275.

נדרשת הגדרה מדויקת לשיטות הבדיקה. יש לקבוע באיזה אמצעים יבדקו הדגמים ו/או סדרות היצור. יש לקבוע, בצורה ברורה, את קני המידה לעמידה בבדיקות אלה. מומלץ להתקין ספחים מיוחדים לבדיקת העכבה. הרבה יותר קל לבדוק אותם מאשר את עכבת המוליכים במעגל עצמו.

<u>עלויות וכדאיות כלכלית</u>

מחירו של המעגל נקבע בהתאם לעלויות הקשורות לחומרי גלם, תהליכי היצור ושיטות הבחינה והבדיקה. הכתבת דרישות, שאינן מתואמות עם יצרן המעגלים, עלולה לגרום לעלויות מיותרות.

ניתן להשיג חסכון במחיר ע״י תאום הדוק בין מתכנני/עורכי המעגל ובין היצרן המיועד. היצרן יודע כיצד ניתן להשתמש בטכנולוגיות שגרתיות להשגת המטרות הפונקציונליות.

רוב הלקוחות, בארץ, נתקלים בנושא זה בפעם הראשונה ואינם יודעים כיצד להתמודד איתו. יצרני המעגלים צברו כבר ניסיון, בשטח זה, ומוכנים להעמידו לרשות הלקוח.

<u>קיצור לוחות זמנים</u>

רוב הבעיות, הקשורות ליצור המעגל המודפס, מתגלות כאשר מוזמן ״דגם״ וכל פיגור במועד הספקתו עלול לפגוע בלוח הזמנים של הפרויקט כולו. הבעיות הנפוצות המתגלות בשלב הבדיקה ההנדסית, אצל יצרן המעגלים, הן:

- המוליך אינו נמצא בין שכבות אדמה.
- סתירות בין תוכנות עריכה שונות.
- ״תיכון יתר״ של קוים שאינם דורשים עכבה מבוקרת.
- התבססות על ״מוליכים שקועים״ מבלי לקחת בחשבון את עובי הבידוד.
- מוליכים החוצים או רצים במקביל למוליכי עכבה מבוקרת.
- ״הקפאה״ ו-״שחרור״ של שרטוט עם נתונים לא בדוקים.

ניתן לקצר את מועד ההספקה באם שומרים על הכללים הבאים:

- יש להתייעץ עם יצרן המעגלים בשלבי התיכון והעריכה.
- אמצו לכם תוכנה לשימוש קבוע ומומלץ זו המקובלת אצל יצרן המעגל. יתכנו שנויים בין התוצאות המתקבלות בתוכנות השונות ולכן רצוי להכיר את תוכנת יצרן המעגלים ולהשתמש בה ולו רק ככלי לאימות החשובים בלבד.
- הימנעו מתיכון יתר והשתמשו בעכבה מבוקרת רק היכן שצריך באמת. מיינו את הקווים והחליטו מה באמת נדרש לבצוע כעכבה מבוקרת תוך התחשבות בתדרים ובאורכי הקווים.
- שימו לב לצורת היישום (מיקרוסטריפ, סטריפליין, קוים קבורים ואחרים). ניתן לשלב אותם ביחד אבל צריך לדעת כיצד.
- החליטו ותעדו כיצד יבדקו המעגלים (שיטת הבדיקה, ספחי בדיקה, מוליכי המעגל וכדומה).

תעדו את כל הדרישות בצורה מרוכזת וברורה בשרטוט.

* * * * *

אגודת חובבי הרדיו מודיע בצער על מותה של חברתנו

**ג׳ודי שומר 4X6SJ ז״ל**

ומשתתפת בצער המשפחה
מי ייתן ולא ידעו עוד צער

# מודים אלחוטיים

מ Nuts & Volts על ידי ווארד סילוור N0AX

תרגום מיכאל 4X1KF

(המשך)

(ראה איור 2 בסוף עמוד 14 בעיתון האחרון מס. 432)

איור 2 מציג אות AFSK RTTY אופייני בתחום הת"ג ומשתמש בפס צד נמוך מוסכם. שים לב שהספקטרום צריך "להשתרע לרוחב" בגלל פסי הצד הנוספים כתוצאה מההחלפה המהירה של הטונים.

FSK של שני טונים בינאריים היא התצורה הפשוטה ביותר אבל אפשר להשתמש ביותר טונים עכשיו שיש לנו יותר עוצמת עיבוד לטפל בבעיה. על ידי שימוש ביותר טונים הפיצוח יכול להיות יותר מתוחכם להתגבר על רעש, עיוותים והפרעות מסיגנלים אחרים.

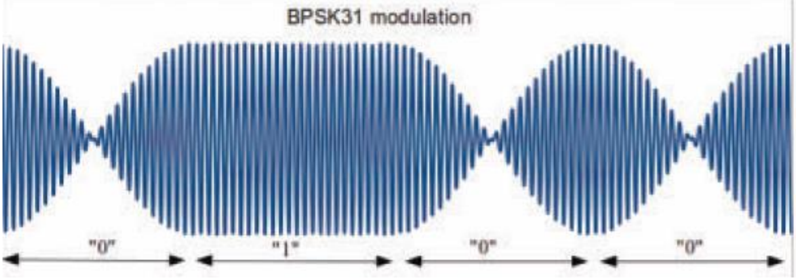
חובבי רדיו משתמשים בטונים רבים ב FSK או MFSK כאשר מספר הטונים מגיע מארבעה עד ליותר מתריסר. הנפוצים ביותר על גלי ה HF הם אוליביה, ALE, MFSK8 ו 16 , JT9 ו JT65. על תחומי VHF ותדרים גבוהים יותר השימוש הוא ב MFSK441 לתקשר דרך נתיבי מטאורים מיוננים ו JT65 לתקשורת EME.

**ערוץ הרדיו**

בנקודה זו כדאי להזכיר מדוע כל המודים הללו מאד מועילים. ערוץ הרדיו – הצורה הפיזית של האות העובר על האויר – היא די שונה מאשר זה העובר בחוטים. רעש בא ונמוג, השתקפות, ועוד דברים כהנה וכהנה משפיעים על אות הרדיו אשר מבלבל את הגלאים והמפענחים. לטווחי תדירות שונים יש גם מאפיינים שונים, בטווחי ת"ג נמוכים שהם שונים מהחלק הגבוה, ושני אלה שונים מ VHF/UHF וגם מגלי מיקרו. תחנות נעות או נייחות גם משפיע על האותות. לכל סוג של סביבה ויישום המתכנתים בחרו סוגים שונים של שילובים של אפנון, פיענוח ופרוטוקולים על מנת לפעול ביעילות.

למרות שניתן אולי להבין כי כל האפשרויות השונות הללו הן מכשול, חובבי הרדיו רואים זאת כהזדמנות. באמצע שנות ה 90 של המאה ה 20 ה FCC הפסיקה לנסות להעריך ולאשר כל מוד חדש לשימוש חובבי הרדיו. החוק קוים – במגבלות מסוימות של רוחב פס, וסוגים רחבים של איפנון כל עוד תכנון המוד נעשה לשימוש הקהל – לשימוש חוקי של החובבים לניסויים. והם ניסו עם תריסרי מודים שונים ווריאציות שנשמעו על גלי החובבים כל יום כל היום.

יותר ויותרשיטות מפותחות כל הזמן ולאור הטכנולוגיה של רדיו מוגדר תוכנה (SDR) נעשים יותר ויותר זמינים ופופולאריים ויש להניח כי ימציאו מודים רבים ושונים עם הזמן. אם זה נשמע מעניין לאזני הקוראים, זה המקום המושלם להשקיע בו את הכישרונות של קהל החובבים.



איור 2

איור 2. דוגמת צורת גל זו של אות אודיו PSK31 מראה את היפוך הפזה המתרחש בין זמן "1" ל "0" של האות.

**מפתוח תזוזת פזה (Phase Shift Keying – PSK)**

סוג קרוב של איפנון ל FSK הינו PSK בו אות מושווה לאות-יחס ומשנים אותו לפיענוח את הביטים הדיגיטאליים. (הקורא הנבון ודאי הבין כי המורס הוא סוג של מיפתוח תזוזת אמפליטודה ASK שמאריך את הדימוי של "תזוזת" שלשת פזות, תדרי ואמפליטודת הפרמטרים) אות היחוס יכול להיות אות נפרד אבל לצורך יעילות השיטה המקובלת היא פשוט לשנות את הפזה של האות ולתת למעגלי המקלט לגלות את השינוי בפזה. זה נקרא PSK דיפרנציאלי.

כמו FSK, ישנן שיטות שונות הנעשות יותר ויותר מורכבות. הצורה הפשוטה ביותר של PSK היא PSK בינארי (BPSK), בה תזוזת הפזה היא $180^\circ$. ברגע שפזה להשוואה מתקבלת האות הנקלט הינו בפזה או שאינו בפזה. לכן קוראים לעיתים ל BPSK מפתוח היפוך פזה. איור 2 מראה צורת גל BPSK המשתנה מפזה המציגה מצב הגיון 1 לפזה המציגה מצב הגיון 0 וחוזר חלילה.

BPSK היא הפופולארית ביותר מבין המודים הדיגיטאליים החדשים בפרט בין החובבים ששם היא ידועה כ PSK31 (en.wikipedia.org/wiki/PSK31). ה 31 מציג את ה baud של המוד (יש לזכור ש baud פירושו "קצב סמלי" כך ש "קצב baud" למעשה מיותר). זה נשמע איטי מאד אבל זו נחשבת מהירות הקלדה רגילה. PSK31 טובה מאד לתקשורת מקלדת למקלדת. מה עוד שאותות PSK רק 50Hz כך שהרבה מאד אותות יכולים לחלוק את התחום המוגבל ממילא, חלק גדול של שימוש הספקטרום בצורה חכמה.

השימוש היעיל של רוחב הפס גם מאפשר שימוש יעיל בהספק הדורש רק מספר מועט של ואטים של RF ביציאה לתקשורת לעולם הרחב כאשר התנאים טובים ופתוPSK63 השולח ביטים במהירות כפולה (וצורך רוחב פס פי שניים) גם הוא פופולארי. בקליטת אותות PSK31 הזמזום הנשמע רוכב על גבי הטון הקבוע נוצר על ידי היפוך פזה של צורת הגל.

PSK31 גם משתמש בקוד מיוחד עבור האותיות שהוא ממיר. Varicode הינו קיצור של "אורך קוד משתנה" בו ASCII ו Baudot משתמשים באותו מספר ביטים לכל אות, שבעה או שמונה עבור ASCII וחמישה עבור BAUDOT}. Varicode משתמש במספר משתנה של ביטים לאותיות שונות. כמו מורס Varicode משתמש בצירופים קצרים לאותיות המופיעות בתדירות גבוהה (האות E הינו dit אחד במורס ו 1110111ב Varicode) על מנת לחסוך בזמן. ישנם יותר אותיות בעלות אורך קוד משתנה. לתכנון של האותיות, באופן כללי, יש היסטוריה ארוכה, גם במתמטיקה וגם בריגול.

המשך יבוא (אולי)

אגודת חובבי הרדיו מודיעה בצער על מותו של חברנו

4Z5KO ארקדי בסיוק ז"ל

ומשתתפת בצער המשפחה
מי ייתן ולא יידעו עוד צער

# האם חובבי הרדיו יביאו את השלום?

## מאת נפתלי בלבן-אוברהנד, 4Z1RM

משרדי התקשורת שוכנים במגדל שלום – איזה שם "מפוצץ" לרב הקומות הראשון בארץ.
אך איני בטוח שהמונח "שלום" מתאר בנאמנות את המתרחש בו... קראתי בתקשורת ולא האמנתי. בינתיים יש לנו שר תקשורת דרוזי המתגורר ב"עיר הכרמל", כלומר דליית אל כרמל ועוספיא, השוכנת קילומטרים ספורים ממגדל אוניברסיטת חיפה, שאף הוא רב קומות, ועליו שוכנים הממסרים המפורסמים של חיפה, שהם בין היחידים בהם ישנה עדיין מעט פעילות.
אני יושב בקפה "שאפיק" בעוספיא. המקום בנוי בארכיטקטורה אירופית קלאסית. ברקע ניתן להאזין ל"גלי-צה"ל" – שידור ב"הרצה", לקראת יצאתם מיפו והעברתם לישראל ביתנו... ואני חושב לעצמי כיצד אנחנו, חובבי הרדיו, הפועלים בארץ כמעט 80 שנה, כאשר בשנים הראשונות מתחת למגף הבריטי ולאחר מכן מתחת ל"סנדלים" של כל-בו שלום. האם עדיין לא תרמנו את חלקנו בהשגת השלום ה"בלתי ניתן להשגה" במזרח התיכון?
נתחיל בכך שלפני 70 שנה התנפלו שבעה צבאות ערב, על היישוב היהודי הקטן. הם ניגפו, אך המחיר אותו שילמנו היה יקר מנשוא, ובמחיר נמוך עבורם. כי מה שוויים של חיי אדם בארצותיהם של אויבינו? הלא בשנות הששים של המאה הקודמת הכריז גמאל עבד אל נאצר שהוא מוכן להקריב מיליון מחייליו על-מנת לכבוש את ישראל – ולא צלח בידו.
איך אפשר להשוות בין מצרים המוכנה להקריב מיליון מחייליה הצעירים. למדינת ישראל, שעל-מנת לשחרר חייל אחד שלה שנמצא בשבי האויב, מוכנה לשחרר מכלאם אלף רוצחים?
עם זאת, לנו החובבים, ניתנה אפשרות מיוחדת במינה - אישור לשדר מבתינו בגלי רקיע של הרדיו, הווה אומר – כיסוי עולמי בתנאים אטמוספריים ראויים.
האם פעלנו בדרך כלשהי כדי לקדם את השלום? לדעתי כן. כיצד עשינו זאת? לא חדלנו לקרוא לתחנות רדיו בארצות ערב, על אף האיסור שחל על כך מטעמו של מגדל השלום. כיצד התקשרנו ולשם מה? הלא ידוע שאצל הדברנים ואנשי המפתח (מורס) בינינו, סומכים רק על המילה הכתובה, שיש לה שם קוד – ה-QSL. מה לא יעשה החובב הישראלי על-מנת להשיג QSL ערבי נדיר?
א. לא יישן בלילות. ב. יתעלם מזוגתו בחדר השינה. ג. יתחזה לחובב אירופי. ד. ישיג רישיון זר כגון: איי צ'אקמוקו המערביים הסמוכים ליבשת אטלנטיס האבודה.
בשנות ה-70 התקיימה אסיפה של חובבי הרדיו בתל-אביב, ואורח הכבוד היה שמעון פרס שר התקשורת דאז, שהיה בקיא בפוליטיקה, אך לא בפרטיו של רישיון החובבים והוא פלט משפט כמו: "אתם חובבי-הרדיו, הרי מדברים עם כל העולם, דברו עם הערבים ושכנעו אותם לעשות שלום"... כמה חובבי רדיו לקחו ברצינות את המהתלה הזאת והחלו לקיים קשרים עם חובבים בארצות ערב. עם מי התקשרו? עם JOE, חובב אמריקני בבסיס דאהרן בערב הסעודית, עם BOB, מהנדס בשדות הנפט בעיראק, ועם VARUG במסופוטמיה, עליו אני חשבתי שהוא יהודי בשם ברוך, אך לאחר מכן התברר שהוא ערבי בשם "פארוק". אולי היה זה המלך שהודח ממצרים ושידר מטורקיה? גם בירדן היה מלך חובב רדיו, צעיר, שקראו לו בשם חיבה "חוסי".
והנה בשנת 1980, הועבר ממסר חיפה ממרכז הכרמל לאוניברסיטה, הנמצאת כ-200 מטרים גבוה יותר, שידורי הממסר הגיעו למרחקים עצומים. חשנו שהגיע הזמן להשכין שלום בינינו לבין חובבי ערב... וראה זה פלא ? תוך שנתיים הגיעה הזדמנות פז. מנחם בגין ואריק שרון החליטו להיפטר מארגון אש"ף ששכן

בדרום לבנון, והחליטו לחדור 40 ק"מ לתוך שטח לבנון, על מנת לגרש את המחבלים הפלסטיניים. בפרספקטיבה היסטורית היו להם שתי טעויות:

א. אריק שרון הבין שדרושים 140 ק"מ ולא 40.

ב. מנחם בגין, שלא הבין שמבלבלים אותו, חלה בדיכאון עמוק וסיים את חייו במוסד רפואי חשוך.

ג. צה"ל הצליח לגרש את המחבלים לטוניס. לאחר מספר שנים הם גורשו משם ישר לישראל, קבלו מאתנו נשק רב ומאז הם טובחים בנו להנאתם...

בהמשך, צה"ל גרש את עצמו ואת צד"ל מלבנון, לתשואות ומחיאות כפיים של חובבי החיזבאללה...

עם זאת, שנת 1982 הייתה נפלאה. ראשית, היינו בטוחים בכך ש"ידידינו" הנוצרים בלבנון, מקבלים על עצמם את השלטון, והבלתי יאומן עומד להתרחש – קיבלנו אישור להתקשר עם לבנון, בה רבים מהחובבים הינם נוצרים. החלה חגיגת התקשרויות. החובבים הלבנוניים הרבו לעלות על ממסר חיפה, שנראה בעיניהם הפלא של המאה ה-20. התנהלו שיחות נחמדות, שלוו בברכות 73, הדדיות.

חובבים רבים שגויסו ושירתו בלבנון סיפרו עד כמה הדובדבנים מתוקים בלבנון, ועד כמה ארץ זו יפה. עלו גם חובבים מבירות וסביבתה ודיווחו על עוצמת ממסר חיפה שכיסה היטב את ארץ הארזים. התחלנו קצת להבין את נושא העדות השונות – מרונים, סונים, שיעים, ביניהם אוהדי המגף הסורי ואחרים - שונאיו.

אתאר קוריוז שהתרחש באותו זמן: בשדה התעופה של בירות חנה מטוס פרטי קטן. החבר'ה הישראלים החליטו ו"לקחו" אותו שלל, עלו לאוויר וטסו לשדה התעופה בחיפה. איזה יופי, לחמשת המטוסים הפרטיים בשדה התעופה בחיפה התווסף מטוס לבנוני... אך לא כך היה הדבר, התברר שהמטוס היה שייך לחובב רדיו לבנוני, בחור חמד, שעלה לממסר והתחנן לפנינו: "תראו מה עשו לי, גנבו את המטוס שלי!" אוזניים לכותל הממסרי. לאחר זמן קצר הודיעו אמצעי התקשורת שהמטוס הלבנוני ש"אבד" נמצא בריא ושלם בחיפה, והוחזר ללבנון לאחר כבוד... היה זה אקט ההבנה הראשון בינינו לבין החובבים מעבר לגבול.

באחד הימים הופיע על התדר חובב נחמד בשם מייק, שהזדהה באות הקריאה MA.הוא התקבל בברכה על-ידי כולנו וסיפר שהוא עומד להגיע במכוניתו לבקר בישראל. אכן, היו לבנונים מסוימים שהגיעו במכוניותיהם לבקר בארץ. מייק (מוחמד) הגיע עם אשתו ונפגש עם חובבים בחיפה ובתל-אביב. הוא סיפר כמה דברים מעניינים – שברשות משפחתו בבירות ישנם מחסנים לקירור בשר, והוא עצמו מתגורר בדרום לבנון. הוא שיעי, אך מתלהב מאוד מהאפשרות לשלום עם ישראל. הוא הצהיר: "אם יהיה שלום, אני הראשון שיתיידד עם ישראל, אך והיה ותפרוץ מלחמה, אני אהיה הראשון אותו יהרגו בלבנון עקב התחברות עם האויב הציוני.

האידיליה הזו יכלה להימשך עוד ועוד, אולם הסתברו כמה עובדות חשובות:

חובבי בירות הנוצרים והסונים שנאו את ידידנו מייק בגלל מוצאו השיעי וכן טענו שהוא בכלל פיראט. גם אנחנו החובבים הישראלים הפסקנו לחבב את מייק מאחר והוא חזר לארצו, והחל להשתמש בממסר חיפה לצרכיו האישיים. הוא היה מרבה לדבר עם אשתו כאשר הוא היה בבירות, והיא בדרום לבנון. ביקשנו ממנו להפסיק, והוא טען שאינו מבין מדוע אוסרים עליו לנהל שיחות על ממסר חובבים. הוא הוסיף שקווי הטלפון אצלם אינם פועלים עקב המלחמה.. לבסוף הוא נעלם כלעומת שהופיע.

כמה מחברינו כבר תכננו שיתוף פעולה נרחב עם חובבי הרדיו בלבנון, שלמעשה היו המתקדמים במזרח התיכון, פרט לחובבי קפריסין וישראל.

ולפתע, "בום!" אסון כבד ירד על לבנון. אנשי הפלנגות הנוצריות היו כה בטוחים בכך שצה"ל יתמוך בהם, וערכו הרג נורא במחנות הפליטים "סברה ושתילה". אלפי אזרחים נטבחו על-ידי בני עמם. אך כרגיל, בעולמנו האצבע המאשימה הופנתה כלפי ישראל. ומאז אנחנו מנסים להצטדק בפני העולם, שאינו מאמין לנו וגם לא יאמין לנו לעולם... חובב לבנוני עלה אז על תדר ממסר חיפה והודיע לי שהוא מזועזע עד עמקי נפשו מהזוועה שהתרחשה ב"סברה ושתילה".. בתחילה לא הבנתי את אשר אמר, אך מבחינתו זה היה השידור האחרון לעבר ישראל. תם ונשלם! לאחר מספר שנים פגשתי חובב רדיו ישראלי המקורב לאנשי ה"שו-שו" והוא אמר לי: "דע לך, שכמה מהחובבים הלבנוניים, שנהגו לשוחח עם ישראלים, כבר אינם בין החיים". האם החובבים יביאו את השלום? כן! מתי? כאשר יבוא המשיח...

"הגל" אוקטובר 2018

# סוללות

מהאינטרנט - תרגום - מיכאל ברק 4X1KF

(המשך)

מקרא: ה A123 APR18650M1 הינה סוללת ליתיום-ברזל-פוספאט LiFePO4 עם 1,100 mAh ופריקה רצופה של זרם בעל 30A. הסוני US18650VT וסניו UR18650W הם מבוססי מנגן תאי לי-יון של 1500mAh כל אחת עם זרם פריקה רצופה של 20A. הסניו UR18650F הוא תא של 2500mAh עם פריקה בינונית של5A. לתא זה אנרגיית הפריקה הגבוהה ביותר אך הספק פריקה הנמוך ביותר.

לסניו UR18650F יש את האנרגיה הסגולית הגבוהה ביותר ומסוגלת לספק את צריכת מחשב נייד או אופניים חשמליות לשעות רבות עם בעומס בינוני.

תרשים רגון מסייע לבחור את מערכת לי-יון הטובה ביותר לספק פריקת זרם ואנרגיה אופטימאלית כפונקציה של זמן פריקה. אם יישום זקוק לזרם פריקה גבוה מאד, האלכסון של 3.3 דקותעל התרשים מראה אל A123 כבחירה הטובה ביותר: היא יכולה לספק עד 40W הספק למשך 3.3 דקות. סניו F מעט פחות – 36 ואט. הסתכלו בזמן פריקה של 33 דקות סוללת A123 תספק רק 5.8 ואט למשך 33 דקות לפני גמר האנרגיה כאשר הסוללה בעלת האנרגיה הגבוהה יותר , סניו F יכולה לספק 17 ואט בקירוב למשך אותו זמן אך במגבלה של פחות זרם.

לקבלת תוצאות הטובות ביותר, יצרני הסוללות לוקחים את תצלום-בזק של תאי רנגון חדשים, תנאי שהוא תקף רק לזמן קצר. כאשר מחשבים ספ של זרם ואנרגיה, מהנדסי תכנון חייבים לכלול דעיכת סוללה אשר תתפתח כחלק של מיחזור והזדקנות. מערכת הניזונה מסוללה חייבת לספק פעילות מלאה עם סוללה אשר דעכה 70-80 אחוז. התחשבות נוספת כוללת טמפרטורה כאשר הסוללה מאבדת זרם כאשר היא קרה. תרשים הרגון אינו כולל אי התאמה זו.

יש לציין כי טעינת סוללה למלוא היכולות שלה מגדיל את המתח ומקצר את חייה. כאשר יש צורך בצריכת זרם גבוהה וממושכת יש להגדיל את גודל או מספר הסוללות. טסלה, יצרן המכוניות החשמליות עושה זאת במודל S על ידי הכפלת או אפילו שלוש מספר או גודל הסוללה.

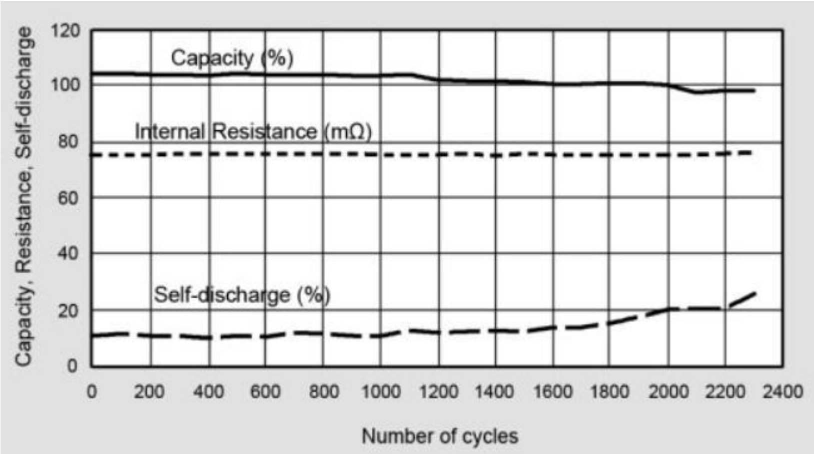
תרשים רגון גם מחשב דרישות זרם של מקורות אנרגיה אחרים כמו קבלים, גלגלי תנופה ותאי דלק. כאשר תאי דלק ומנועי שריפה פנימית יונקים דלק ממיכל הדלק מתפתחת סתירה מאחר ואספקת אנרגיה יכולה להיעשות בהמשכיות. ניתן גם לפרוס תרשים רגון על מנת ליצור יחס אנרגיה/זרם ולטעון מצב של מקור זרם מתחדש כמו תאי שמש או טורבינות רוח.

ביצוע מחזורים

לצורך השוואת סוללות נטענות חדשות וישנות קדקס (Cadex) בחנו ובדקו כמויות גדולות של סוללות ניקל-קדמיום, ניקל-מטאל- הידריד וליתיום-יון ששימשו במכשירי תקשורת ניידים. ההכנות כללו טעינה ראשונית ולאחריה פריקה וטעינה מלאה. הטבלאות הבאות מראים את הקיבול באחוזים. בדיקת התנגדות זרם ישר ופריקה עצמית הושגו מפעם לפעם על ידי קריאת הפסדי הקיבול שנגרמו לאחר הפסקה של 48 שעות. את הבדיקה ביצעה קדקס עם מנתח סוללות מסוג 7000 לאחר טעינה ופריקה של 1C ולאחר עומק פריקה של 100%.

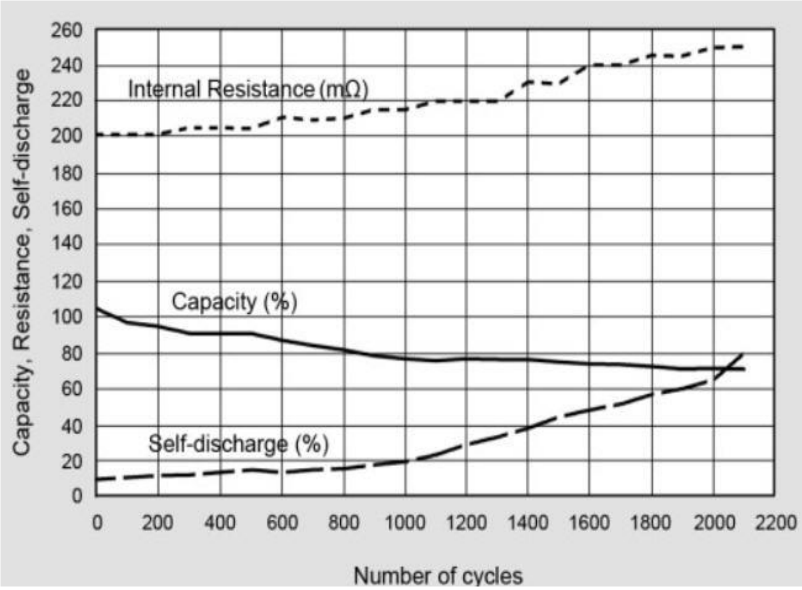
ניקל קדמיום. במושגים של מחזורים ואורך חיים, ניקל קדמיום היא הסוללה הסלחנית והסובלנית ביותר. איור 1 מראה קיבול, התנגדות פנימית ופריקה עצמית של מארז בעל 7.2 V 900 mA של תאי NiCD סטנדרטיים.

ההתנגדות הפנימית נשארה נמוכה על 75mΩ, והפריקה העצמית נשארה יציבה. בגלל אילוצי זמן הבדיקה הופסקה לאחר 2300 מחזורים.




איור 1. ביצועי ניקל קדמיום רגיל. (7.2 V 900 mAh) סוללה זו זכאית לציון "א" עבור קיבול יציב, התנגדות פנימית נמוכה ופירוק עצמי בינוני על פני מחזורי טעינה רבים.

סוללות ניקל קדמיום בעלות קיבול גבוה מאד מציעות 60% יותר אנרגיה סגולית מהגרסה הרגילה, אך זה בא במחיר של פחות מחזורי טעינה-פריקה. באיור 2 אנו נבחין בירידה קבועה של קיבול לאורך 2000 מחזורים, גידול קטן בהתנגדות הפנימית ופירוק עצמי לאחר 1000 מחזורים.




איור 2 ביצועי סוללות NiCd (6V, 700 mAh) בעלות אולטרה גבוהה קיבולת. סוללה זו מציעה אנרגיה סגולית גבוהה יותר מזו הרגילה במחיר של פחות מחזורים.

המשך (אולי) יבוא

# שאלת השבוע

אינגר משה 4Z1PF

דף האגודה בפייסבוק, פעיל מאוד ומכיל מאות הודעות בחודש. הדף נקרא בשם " אגודת חובבי הרדיו בישראל – IARC" והקישור אליו https://www.facebook.com/groups/353267071379649/
בעת האחרונה התחלנו להעלות שאלות לחידוד בעיות בתחום החשמל, האלקטרוניקה וחובבות הרדיו. דוגמה לשאלות שהועלו בתקופה האחרונה ולפתרונן. צר כאן המקום לצרף את כל הדיונים שהתעוררו בפתרון השאלות ולכן נסכם רק בקצרה את הפתרונות. כמובן מי שמעוניין להרחיב את הידע בנושא מוזמן לעיין בספרות הרלוונטית.

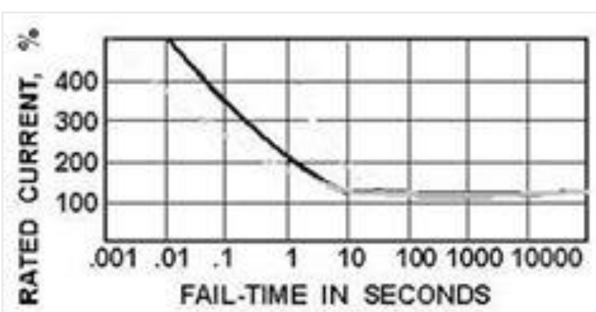
**<u>שאלת השבוע מספר 1</u>**

הפעם קצת על נתיכים – ידוע לנו שתפקיד הנתיך לנתק את מקור המתח מהמעגל הלקוי כדי למנוע נזק למקור ולמוליכיו .
על הנתיך רשומים שני ערכים חשובים זרם ומתח. מה משמעות ערכים אלו? ידוע שמפל המתח על הנתיך שואף ל-אפס אז מה המשמעות של מתח 125V על הנתיך שבתמונה? האם יש משמעות אם הנתיך ימוקם במעגל DC או AC ?



תשובה:
מה משמעות ערך הזרם שרשום על גבי הנתיך?

- זרם הנתיך הוא ערך הזרם המרבי שבו הנתיך לא יותך גם בזמן אינסופי (ראה גרף).
- הספק הניתוק של הנתיך (או האנרגיה הדרושה לניתוק) אינה תלויה בסוג הזרם AC או-DC
- יש לבחור נתיך ב-20% עד 40% גבוה מזרם הפעולה של המעגל.
- הגרף בתרשים מראה אופיין של נתיך שמבטא את זרם הנתיך והזמן הדרוש לניתוקו. לדוגמה: אם הזרם גדל ב-500% מערכו הנומינלי של הנתיך, הזמן הדרוש לניתוק הוא מאית שנייה. אם הזרם גדל רק ב-200% זמן הניתוק הוא שנייה אחת.
- דוגמה לבחירת זרם הנתיך: נדרש נתיך למעגל שצורך 1KW במתח 230V. זרם מרבי במעגל 4.35=1000/230 אמפר ערך הנתיך שיבחר יהיה כ-120% מהערך המחושב:
- 4.35 X 1.2 = 5.22A נבחר את הערך הקרוב (הגבוה מערך זה) ביותר שקיים והוא 6A

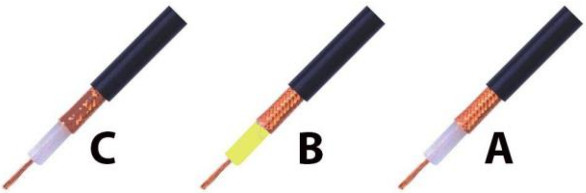


מה משמעות המתח על הדקי הנתיך?
ערך המתח על הדקי הנתיך מציין את הערך המרבי בו יותך ללא יצירת קשת חשמלית. ערך מתח זה חייב להיות שווה או גדול ממתח המקור (קיימות שיטות שונות לדיכוי הקשת כמו מילוי הנתיך בחול, הוספת קפיץ לחוט הנתיך או מבנה מיוחד של לוחות מתכת כפי שנמצא בכל ממ"ת.
מה קורה אם מחליפים נתיך לנתיך בעל ערך מתח גבוה יותר? עקרונית זה אפשרי אך יש לזכור שאז גם ההספק הדרוש לניתוק גדל. למשל: נתיך ל-125 וולט התנגדותו 153 מיליאום ונתיך של 250 וולט הוא בעל התנגדות גבוהה יותר 240 מיליאום. אם הנתיכים מיועדים ל-1 אמפר אז נדרש בנתיך הראשון 153 מיליווט ובשני 240 מיליווט לניתוק.

גורם נוסף שלא כאן המקום לדון בו הוא סוג העומס. ההנחה עד לכאן הוא שהעומס אומי בלבד. אם העומס הוא השראי יכולה להיווצר קשת בעת הניתוק בגלל כ.א.מ. מושרה שיכול לעבור בהרבה את ערך מתח המקור.
לסיכום השאלה השבועית: הנתיך פשוט מאוד במבנה, אך מאחורי המבנה התמים מסתתרת תיאוריה לא פשוטה שאין לזלזל בה.

**<u>שאלת השבוע מספר 2</u>**

שני חברים רז ופז, חובבי רדיו, הגיעו לג'אנק כדי לרכוש קואקס. קיוו למצוא קואקס חדש כמו באיור A.אך היה רק ג'אנק (מה כבר ניתן למצוא בג'אנק?). היו שני גלילים, האחד בעל סיכוך "כמו חדש" אבל הבידוד היה חום/צהוב (איור B )ולשני בידוד לבן, צח כשלג, אך הסיכוך נראה חלוד (איור C)
התפתח דיון בין רז לפז ובסופו של דבר רז רכש את קואקס B ופז את C
ההחלטה של מי מהשניים הייתה מושכלת יותר? למה?




תשובה:
המטרה של שאלה זו הייתה לחדד את התפקודים השונים של חלקי הקואקס. מוליכי הנחושת, הסיכוך, יוליכו את הזרם החשמלי גם אם שכבתם החיצונית מחומצנת. כמובן שיש לנקות היטב את אזורי החיבור למחברים לפני הלחמה או לחיצה. מה עם הבידוד בין המוליכים? בבידוד מתקיימים השדות המגנטיים (B) והחשמליים (H) שדות אלו הן בניצב למוליכים. המכפלה הווקטורית של השדות $\vec{S} = \vec{E}X\vec{H}$ . E&H&S הם ווקטרים. S הוא וקטור פוינינג. ווקטור זה מקביל למוליכי הקואקס, וכמו כל ווקטור יש לו גודל וכוון. ווקטור פוינטינג מתאר את צפיפות שטף האנרגיה האלקטרומגנטית ואת כוונו. שינויים בחומר הדיאלטרי (הבידוד) שנובעים למשל בגלל לחות או קרינה (UV)יגרמו לפגיעה בערכי השדות השונים דבר שיתבטא למשל במקדם ההתפשטות של הכבל, בהתנגדות האופיינית שלו, בהתנגדות הזליגה בין הסיכוך לגיד המרכזי ועוד.

מסקנה: בסדר העדיפויות יש לבחור כבל שהבידוד שלו תקין. לכן כבל C עדיף ופז צדק וזכה בקנייה טובה יות

**<u>שאלת השבוע מספר 3</u>** <u>(שאלתו של מצגיאר מרק)</u>
קבל עקיפה או בשמו בלועזית (Bypass capacitor) ניתן למצוא כמעט בכול מעגל אלקטרוני. רובינו יודעים שנדרש כמעט בכול מעגל להלחים קבל כזה בין קווי אספקת המתח VDD לבין הארקה וכמעט על כול מעגל משולב בין רגל הפלוס לארקה.

הבה ננסה יחדיו לענות על השאלות הבאות:

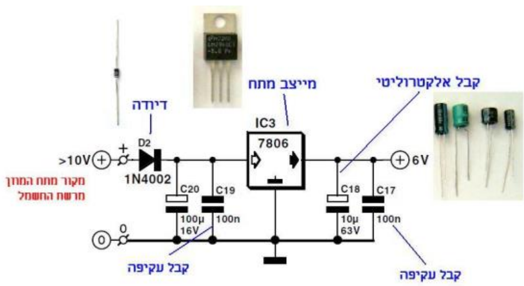
1 מה תפקידו של קבל עקיפה?

2 מה הם שיקולים בבחירת סוג הקבל והחומר הדיאלקטרי קרי קבל קרמי, טנטלום, אלקטרוליטי, או קבל פוליאסטר והפרמטרים החשמליים שלהם

3 היכן מומלץ מבחינה חשמלית להציב את הקבל

4 כיצד מחשבים את ערכו של קבל העקיפה?

לצורך פשטות הדיון אני מעדיף שנתייחס למעגל החשמלי בתמונה המצורפת של מייצב מתח ל-6 וולט כאשר במבוא למייצב המתח הוספתי קבל עקיפה וגם במוצא של המייצב.




מייצב מתח ל-6 וולט

מרק

תשובה:

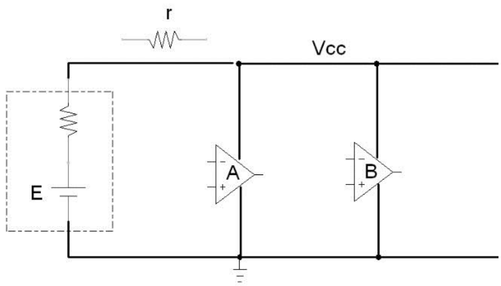
אנסה לסכם את התשובות לבעיה ללא כניסה לפרטים של תהודה וכו׳. המטרה היא שחובבים שהאלקטרוניקה אינה המקצוע שלהם יבינו את התשובה.

באיור מוצג מעגל פשוט של מגבר A מחובר למקור מתח E (נניח סוללה חשמלית – בטרייה). במבט ראשון אנו מניחים שאם מתח המקור הוא E הוא גם מתח המגבר Vcc הכל היה תקין, אבל, למקור מעשי ישנה תמיד התנגדות פנימית וגם למוליכי המעגל מהמקור עד למגבר A יש התנגדות. מפל המתח על התנגדויות אלו תלוי בזרם שצורך המגבר A. כמו כל מגבר מעשי צריכת הזרם אינה קבועה אלה תלויה באות הכניסה המוזן למגבר, נניח אות סינוסי. יוצא מכאן שאם זרם המגבר אינו קבוע אזי גם המתח על מגבר A אינו קבוע מפני שמפלי המתח על התנגדות המוליכים וההתנגדות הפנימית משתנים.

מסקנה: מתח Vcc אינו קבוע אלא מכיל רכיב מתח חילופין שצורתו דומה לאות הכניסה של המגבר A.
כעת נחבר למעגל את מגבר B. עתה ברור שגם מגבר זה אינו מקבל מתח Vcc קבוע, אלא תלוי בשינויי המתח על הקו שנגרמים על ידי מגבר A. זאת אומרת –נוצר צימוד בין המגברים- בגלל ההתנגדויות של מקור המתח ומוליכי המעגל.

כדי למנוע צימוד זה, שלעיתים יוצר משוב שלילי ולעיתים משוב חיובי (יכול לגרום לתנודות במעגל). יש לחבר ״קבל נטילת צימוד״ **(decoupling capacitor)**. תפקיד הקבל ל״קצר״ את רכיבי החילופין על קו הספקת המתח למעגלים השונים ולהשאיר את רכיב המתח הישר בלבד.

מעתה והילך ניתן לקבלים את הכבוד המגיע להם ושמם יהיה ״קבלי נטילת צימוד״ ולא כל שם אחר.




**שאלת השבוע מספר 4**

שני ידידנו חובבי הרדיו, רז ופז, נפגשים. רז מתלונן לפני פז על כוויות והתחשמלות מהמיקרופון בזמן השידור.

פז: אני זוכר את מיקרופון המתכת שלך. האם דאגת להארקה טובה של המשדר? ושאר רכיבי התחנה?

רז: הארקה מעולה! היא נבדקה גם על ידי חשמלאי עם לופ-טסטר. זהו מכשיר שמיועד לבדיקת טיב הארקה והכל נמצא תקין.

פז: אמממ צריך לחשוב.

האם תוכלו להאיר את עיני זוג החובבים ולמצוא להם פתרון לבעיה?

תשובה:

נושא הארקה הוא נושא מורכב שקשה לסכמו במשפטים בודדים לכן אנסה בדרך הבאה:

- יש להתייחס לשני סוגי הארקה, הארקת בטיחות חיים והארקת RF
- הארקת בטיחות נבדקת בעזרת לופ-טסטר שנותנת אינדיקציה ללולאת התקלה. כדאי לצפות בהרצאה שהעברתי לחובבים בנושא זה בקישור
- https://www.youtube.com/watch?v=5_dOH_0YS-I&t=40s -
- גם אם קיימת הארקת הגנה טובה מאוד עדיין מתחי RF בעוצמות גבוהות יכולות להתפתח על ציוד השידור בגלל מספר סיבות כמו חיבור לא נכון של המכשירים זה לזה או אורך לא מתאים של חוטי הארקה.
- הסבר על בטיחות בתחנת החובב ניתן לראות בסרטון הבא בו אני מנסה להסביר את הנושא כולו. לקראת החלק האחרון של ההרצאה אפשר למצוא את הסיבות כולל הפתרונות לבעיה. הקישור https://www.youtube.com/watch?v=Jqwtpp1ITmM :

תחילת השנה האזרחית כבר מאחורינו ושנה חדשה של פעילות קורמת עור וגידים. שנה חדשה מאופיינת גם בתשלום מסי חבר לאגודה .
ועד האגודה החליט לא לעלות את מסי החבר ולהשאירם על הסכום שנקבע לפני כעשור.
חברים - אנא הקדימו להעביר לאגודה את דמי החבר. להזכירכם, דמי החבר הם עד סוף 2018, לחובבים הוותיקים כמו גם למצטרפים החדשים לאגודה.

# סיכום ישיבת ועד אגודת חובבי הרדיו בישראל

## שנערכה במשרדי האגודה ביהוד ביום ה׳ 7 לספטמבר 2017

שעת ההתחלה: 19:00.

נוכחים:

וועד- כל החברים למעט אבינועם אלבו, משה אינגר וזיו עמית, שנעדרו.

מזכיר האגודה שלום BS

אורחים: צביקה אביגל 4X1BY,עמוס ברק 4Z1AB אברי 4X1YV

מהלך הישיבה

צורי- מעלה את עניין חסרונו של מזכיר הוועד,והשלכות הנובעות מכך והמשפיעות על התנהלות הועד.
מעדכן את הישיבה שהתקימה במשה״ת, מסביר את עניין שינוי הסילבוס ע״מ שיתאים
ל CEPT הנושא טופל ע״י משה+צורי, הסילבוס הועבר למשרד וממתין לתגובה.
מציין את המעבר לשלוש דרגות.
הועלה עניין הפרוייקט של בנצי בנושא עבודה בתדר 2.3 גה״ץ, והסיכום עם משה״ת
שהתדר הנידון יאושר זמנית על בסיס משני.ממתינים לאישור סופי.
כ״כ בהמשך לפגישה הועלה העניין של כרטיס רשיון חובב(מפלסטיק),הבהרנו למשרד
שאנחנו מוכנים להפיק ואף לממן את הוצאת כרטיסי החובב,ממתינים לתשובת
המשרד.
תדר השישים מטר ימשיך במתכונתו הנוכחית (חידוש פעם בשנה),
לגבי ה 4 מטר אין תשובה.

דני-ממסר כנען לא פעיל נמצא במקום שהושכר ע״י חובב, יש כוונה לקחתו משם
בשבוע הקרוב.

צורי-יש אישור על התקנת ממסר באתר שממנו משדרת תחנת כל רגע (כל זאת בעזרתו
של דוד בן-בסט). יש לתאם את העניין מול אבינועם ודוד.

דב- נתן סקירה על הפעילות שנעשתה במסגרת התערוכה בגרמניה, כולל הצעות
לשיפור, דב יוציא מסמך מפורט בנושא שיופץ לכל חברי האגודה.

צורי-מעלה את עניין ההנחות בדמי חבר לחברים נזקקים, כללית מוצע ע״י חברי הוועד
להעביר את עניין ההנחות מוועדת חברים לגזבר.

עזרא-מדובר בסה״כ על כשמונה עד עשרה חברים בשנה.
החלטה – מוצע לשנות את נהל ההנחות בדמי חבר באופן שהגזבר בהתייעצות עם יו״ר
האגודה יהיה רשאי לאשר הנחה של 50% בכפוף להצגת מסמכים.
החלטה: פה אחד ע״י כל חברי הוועד הנוכחים

צורי+ מיכאל ברק-מעלים את החוסר בחומר המועבר לעיתון הגל, ומבקשים באמצעות

חברי הועד לדרבן את חברי האגודה לכתיבת חומר לעיתון.

צורי- מזכיר התכנות של אירוע מדעים בהרצלייה

צורי בשם דורון אביב- "יכול לארגן פגישה עם כתשעים ילדים ע"מ לספר להם על חובבות רדיו"

דב-מקריא ראשי פרקים לקראת מבצע קריסטמס שטרם פרסום.

עזרא-שואל מי מכין הוספת חברים חדשים ברשומות, לא תמיד מוצא אותם אצלי.
(משיבים לו שזה תפקידו של המזכיר, שוב מועלה עניין חוסר תפקודו של המזכיר).
כ"כ אני מרגיש לא טוב בעניין הכרטיסים.
מוסר שלפי ההסכם עם החברה, כרטיסים מסופקים שלוש פעמים.
מעלה בשם צביקה הצעה לייצר לוח שנה שולחני של האגודה.

צורי-בישיבה עם משה"ת הועלה עניין רישיונות הפלסטיק ממתין לתגובה. עזרא:
מספר החברים המשלמים היום הוא כ450 שוהה ערך לשנה קודמת.

אפי-עקב הוספת ממסר נוסף בביתי אני מבקש להגדיל את החזר הוצאות החשמל מ-
250 ש"ח ל- 500 ש"ח שנתי החל מהתשלום הבא.
החלטה: פה אחד ע"י כל חברי הוועד הנוכחים.

אברי-אני מבקש לציין שכל הציוד שהושאל לי אי פעם ע"י האגודה הוחזר לאגודה במצב תקין!

צורי-מאשר את דבריו של אברי!

אפי-מזכיר את הציוד שנמצא במכון לב בירושלים, סוכם שאפי ינסה לתאם איתם טלפונית ויודיע לצורי ע"מ לנסוע ולהחזיר את הציוד לרשות האגודה.

21:30 היו"ר נועל את הישיבה. צורי-יו"ר האגודה

*******